

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10020914 A**

(43) Date of publication of application: **23 . 01 . 98**

(51) Int. Cl

G05B 19/4068
G06T 17/40

(21) Application number: **08178126**

(22) Date of filing: **08 . 07 . 96**

(71) Applicant: **KAWASAKI HEAVY IND LTD**

(72) Inventor: **NAGAMATSU YOSHIO**
TAKETOMI SOKO

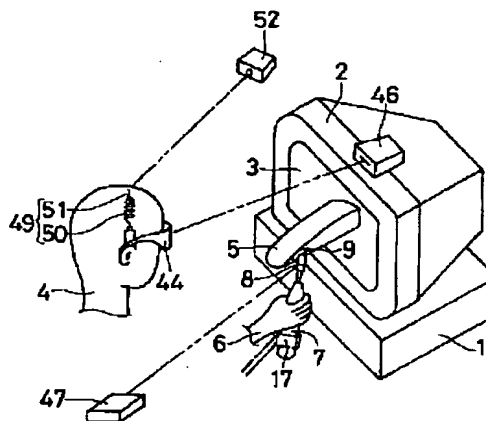
(54) **SIMULATED WORKING METHOD/DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a simulated molding system and to eliminate the need of actually manufacturing a model.

SOLUTION: An object protruding from the two-dimensional display face 3 of a liquid crystal or cathode ray tube to this side of an operator-side is three-dimensionally displayed. An operator makes the simulated work tool 7 to touch the stereoscopic picture or makes it intrude into it by using the tool 7. The position of the simulated work tool 7 is detected, the part to which the picture 5 that is stereoscopically displayed touches or into which the picture invades is deformed and it is corrected into the picture after work so as to display it.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-20914

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 5 B 19/4068

G 0 6 T 17/40

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 5 B 19/405

G 0 6 F 15/62

Q

3 5 0 K

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-178126

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月8日

(71) 出願人 000000974

川崎重工業株式会社

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

(72) 発明者 永松 宜雄

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

(72) 発明者 武富 壮行

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

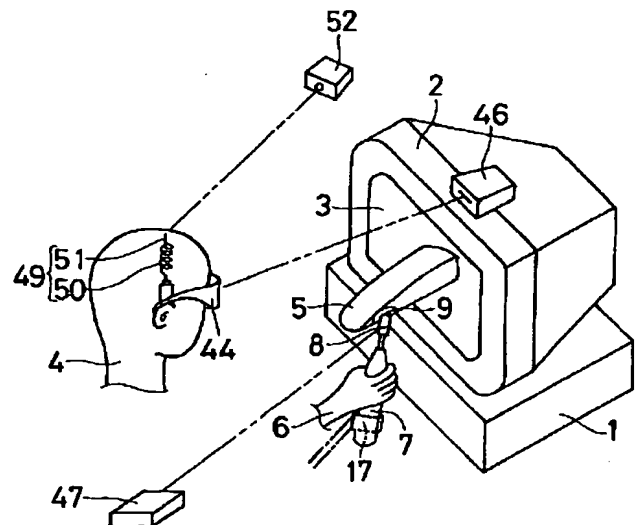
(74) 代理人 弁理士 西教 圭一郎 (外3名)

(54) 【発明の名称】 模擬加工方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 模擬造形システムを提供し、実際に模型を製作する必要をなくす。

【解決手段】 液晶または陰極線管の2次元表示面から操作者側に手前に突出した物体の3次元立体視表示を行い、操作者は、模擬加工工具を用いて、その立体視画像に接触または侵入させ、この模擬加工工具の位置などを検出して、立体視表示されている画像の接触または侵入した部分を変形し、加工後の画像に補正して表示する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 2次元表示面に、物体の画像を、操作者による3次元立体視ができるように表示し、操作者が把持した模擬加工工具が、立体視されている画像に、空間上で直接接触または侵入したとき、前記表示面に表示される画像の前記接触または侵入した部分を變形して、加工後の画像に補正して表示することを特徴とする模擬加工方法。

【請求項2】 2次元表示面に、物体の画像を、操作者による3次元立体視ができるように表示し、操作者が把持した模擬加工工具が、立体視されている画像に、空間上で直接接触または侵入したとき、前記表示面に表示される画像の前記接触または侵入した部分を變形して、加工後の画像に補正して表示し、物体の補正して得られた3次元画像のデータをメモリにストアしておく、このストアされたデータによって、加工工具と物体とを3次元で相対的に変位駆動して、物体を加工する物体の加工方法。

【請求項3】 2次元表示面に物体の画像を表示することによって操作者による立体視画像を形成する仮想空間と、操作者が把持した加工工具によって物体を加工する実空間とを、同じ空間内に直接重ねて実現し、立体視画像を、操作者が把持した模擬加工工具によって空間上で直接造形することを特徴とする模擬加工方法。

【請求項4】 模擬加工されるべき物体の外形の3次元画像データをストアするメモリと、2次元表示面を有し、メモリにストアされたデータを読み出して、この表示面に、操作者の右目と左目とによって見た物体の画像を交互に表示する表示手段と、操作者によって装着され、右目と左目との前方にそれぞれ配置される遮光手段であって、表示手段によって右目による画像が表示されているとき、右目の遮光手段を透光性としかつ左目の遮光手段を遮光性とし、表示手段によって左目による画像が表示されているとき、右目の遮光手段を遮光性としかつ左目の遮光手段を透光性とする遮光手段と、操作者によって把持される模擬加工工具とからなる3次元形状模擬加工装置において、模擬加工工具の位置を検出する位置検出手段と、位置検出手段の出力に応答し、立体視されている画像に、模擬加工工具が、空間上で直接接触または侵入したことを検出する接触／侵入検出手段と、接触／侵入検出手段の出力に応答し、画像の前記接触または侵入した部分が變形するように、メモリにストアされているデータを補正する画像データ補正手段とを含むことを特徴とする模擬加工装置。

【請求項5】 模擬加工工具は、相互に直交する3つの

各軸線まわりに角変位可能に設けられ、各軸線まわりの操作者による力を検出する手段と、各軸線まわりの制動力を発生する制動手段と、力検出手段の出力に応答し、模擬加工工具が立体視されている画像に前記接触または侵入したとき、制動手段によって実際の加工工具が物体に接触または侵入したときとほぼ同一の反力が実際とほぼ同一方向に発生するように、各軸線まわりの制動手段による制動力を発生して制御する手段とを含むことを特徴とする請求項4記載の模擬加工装置。

【請求項6】 操作者に装着され、操作者の視点を表す信号を導出する視点検出手段と、視点検出手段の出力に応答し、メモリにストアされている3次元画像データを補正して操作者の視点位置から見た立体視画像を表示手段によって表示させる立体視画像補正手段とを含むことを特徴とする請求項4または5記載の模擬加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、いわゆるコンピュータグラフィックス（略称CG）技術を適用して仮想上の物体に模擬加工工具を用いて空間上で直接造形を施し、3次元的にリアルタイムに視覚に訴える形で表示することができるいわゆるバーチャル(virtual)造形を行う模擬加工方法および装置に関し、さらにこれによって実際に物体を加工する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 典型的な先行技術としては、いわゆるモックアップと呼ばれる模型製作による意匠設計である。この先行技術では、たとえば自動車の外観形状ならびに2輪自動車のオイルタンクおよびマフラの形状の設計を行う際に、模型を実際に製作して意匠設計の検討を行う。この先行技術では、実際に模型を製作するので、時間と費用がかかり、また一旦製作した模型を變形することができず、やり直しがきかない。なお、特開平6-200111には、コンピュータグラフィックスを用いた3次元形状加工装置が開示されているが、仮想空間と実空間を直接重ねて被加工物の形状加工を行うという技術は開示されていない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、実際に模型を製作することなく、製品などの物体を3次元的にリアルタイムに視覚に訴えることができるようにした模擬加工方法および装置、ならびに物体の加工方法を提供することである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、2次元表示面に、物体の画像を、操作者による3次元立体視ができるように表示し、操作者が把持した模擬加工工具が、立体視されている画像に、空間上で直接接触または侵入した

とき、前記表示面に表示される画像の前記接触または侵入した部分を変形して、加工後の画像に補正して表示することを特徴とする模擬加工方法である。

また本発明は、2次元表示面に、物体の画像を、操作者による3次元立体視ができるように表示し、操作者が把持した模擬加工工具が、立体視されている画像に、空間上で直接接触または侵入したとき、前記表示面に表示される画像の前記接触または侵入した部分を変形して、加工後の画像に補正して表示し、物体の補正して得られた3次元画像のデータをメモリにストアしておき、このストアされたデータによって、加工工具と物体とを3次元で相対的に変位駆動して、物体を加工する物体の加工方法である。

また本発明は、2次元表示面に物体の画像を表示することによって操作者による立体視画像を形成する仮想空間と、操作者が把持した加工工具によって物体を加工する実空間とを、同じ空間内に直接重ねて実現し、立体視画像を、操作者が把持した模擬加工工具によって空間上で直接造形することを特徴とする模擬加工方法である。

また本発明は、模擬加工されるべき物体の外形の3次元画像データをストアするメモリと、2次元表示面を有し、メモリにストアされたデータを読み出して、この表示面に、操作者の右目と左目とによって見た物体の画像を交互に表示する表示手段と、操作者によって装着され、右目と左目との前方にそれぞれ配置される遮光手段であって、表示手段によって右目による画像が表示されているとき、右目の遮光手段を透光性としかつ左目の遮光手段を遮光性とし、表示手段によって左目による画像が表示されているとき、右目の遮光手段を遮光性としかつ左目の遮光手段を透光性とする遮光手段と、操作者によって把持される模擬加工工具とからなる3次元形状模擬加工装置において、模擬加工工具の位置を検出する位置検出手段と、位置検出手段の出力に応答し、立体視されている画像に、模擬加工工具が、空間上で直接接触または侵入したことを検出する接触／侵入検出手段と、接触／侵入検出手段の出力に応答し、画像の前記接触または侵入した部分を変形するように、メモリにストアされているデータを補正する画像データ補正手段とを含むことを特徴とする模擬加工装置である。

また本発明は、模擬加工工具は、相互に直交する3つの各軸線まわりに角変位可能に設けられ、各軸線まわりの操作者による力を検出する手段と、各軸線まわりの制動力を発生する制動手段と、力検出手段の出力に応答し、模擬加工工具が立体視されている画像に前記接触または侵入したとき、制動手段によって実際の加工工具が物体に接触または侵入したときとほぼ同一の反力が実際とほぼ同一方向に発生するように、各軸線まわりの制動手段による制動力を発生して制御する手段とを含むことを特徴とする。

また本発明は、操作者に装着され、操作者の視点を表す

信号を導出する視点検出手段と、視点検出手段の出力に応答し、メモリにストアされている3次元画像データを補正して操作者の視点位置から見た立体視画像を表示手段によって表示させる立体視画像補正手段とを含むことを特徴とする。

【0005】本発明に従えば、液晶または陰極線管などの2次元表示面に物体の画像を表示して画像空間に立体視画像を形成し、操作者は、模擬加工工具を把持し、立体視されている画像に接触し、またはその模擬加工工具を空間上で直接画像に侵入し、これによって実際の加工工具によって物体を加工する実空間を、前記仮想空間と同一空間内に直接重ねて実現し、立体視されている画像の模擬加工工具が接触または侵入した部分を、実際と同じように変形して、その加工後の画像に補正して表示し、こうして模擬造形、すなわち模擬加工を行うことができる。加工とは、切削、変形、付加などを全て含む。2次元表示面に物体を3次元立体視ができるように表示するにあたっては、表示手段の表示面に、操作者の右目と左目とによって見た物体の各画像を交互に表示し、操作者の右目と左目との前方にそれぞれ配置される遮光手段を透光性と遮光性とに交互に動作させ、たとえば表示面に右目による画像が表示されているときには、右目の遮光手段を透光性として右目で見るようにことができ、表示面に左目による画像が表示されているときには左目の遮光手段を透光性として左目で見るようにすることができる。このような遮光手段による透光性と遮光性との交互の切換え動作を、操作者の人間の残像時間以下の短時間で繰返す。これによって、人間の目の残像効果を利用し、表示面から操作者側へ手前に物体が仮想的に突出した状態の視覚を形成することができる。

操作者は、このようにして立体視画像を見ながら、模擬加工工具を把持してその立体視されている画像に模擬加工工具を空間上で直接接触または侵入させ、この模擬加工工具の位置の検出によって前記接触／侵入を検出し、立体視されている画像の前記接触または侵入した部分を変形するように、メモリにストアされている3次元画像データを補正する。こうしていわゆるバーチャル造形を行うことができる。

操作者が模擬加工工具を把持して物体を加工する際に、XYZ直交座標系における相互に直交する3つの各軸線まわりに模擬加工工具を角変位可能に設けて、操作者による力を検出し、制動手段によってその軸線まわりの制動力を、模擬加工工具が、立体視されている画像に前記接触または侵入したときに、発生して、実際の加工工具が物体に接触または侵入したときとほぼ同一の反力が、その実際とほぼ同一方向に発生するように、制御する。これによって操作者による模擬加工工具を用いる仮想的な物体の加工作業を、さらに一層現実に近い感覚とすることができる。

さらに本発明に従えば、ジャイロセンサなどによって実

現される視点検出手段を用いて、操作者の視点、すなわち左右の目の各視線の位置したがって視点から表示面までの距離、方向および角度などを検出し、これによって操作者が動いた場合でも整合性のとれた立体視画像が得られるように、メモリにストアされている3次元データを補正する。

こうして得られたメモリにストアされている物体の加工後の3次元データを用いて、たとえばNC（数値制御）加工装置を動作させて、希望する実際の形状を有する模型などの物体を製作することが可能である。

【0006】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態の模擬加工装置を簡略化して示す斜視図である。ステレオ対応グラフィックワークステーション1に備えられている液晶または陰極線管などによって実現される表示手段2の2次元表示面3によって、操作者4は3次元立体視表示された物体の画像5を見ることができる。この立体視画像5は、表示面3から手前である操作者4側へ、すなわち図1の左方へ突出した視覚を実現することができる。

【0007】操作者4は、その手6によって模擬加工工具7を把持し、その加工片8を立体視画像5に、空間上で直接接触または侵入させる。これによって模擬加工工具7の加工片8が立体視画像5に接触または侵入した部分9が変形され、その仮想上の加工後の画像が立体視表示される。こうして2次元表示面3に物体の画像5を表示することによって、操作者4による立体視画像5を仮想空間に形成するとともに、この仮想空間を、操作者4が把持した実際の加工工具によって実際の物体を加工する実空間と同じ空間内に実現することによって、立体視

画像5を、操作者4が把持した模擬加工工具7によって造形することができる。こうしてバーチャル造形システムが実現される。

【0008】図2は、模擬加工工具7を把持して立体視画像5を加工する際に、加工片8が立体視画像5に接触または侵入する際の反力を発生させて、操作者4の手6にさらに現実近似した感覚を与えるための構成を簡略化して示す斜視図である。固定位置にはベース11が設けられ、そのベース11の端部に、第1軸12のまわりに角変位可能にアーム13の一端部が角変位可能に設けられる。このアーム13の他端部は、第2軸14によってもう1つのアーム15の端部が設けられる。アーム15の他端部は、第3軸16によって保持具17に連結される。保持具17は、模擬加工工具7に着脱可能に装着される。第1軸12、第2軸14および第3軸16は、XYZ座標系の相互に直交する3つの各軸線を有し、それらの各軸線まわりに角変位可能な構成となっている。

【0009】第1～第3軸12、14、16に関連して、これらの各軸線まわりの操作者4の手6による操作力を検出するために、図3に示される力検出素子18～

20が各軸12、14、16にそれぞれ個別に対応して設けられる。マイクロコンピュータによって実現される処理回路21は、これらの力検出素子18～20の出力に応答し、各軸12、14、16毎に設けられている制動手段22～24を動作させる。各軸12、14、16の軸線まわりの制動手段による制動力を処理回路21によって制御する。これによって実際の加工工具が物体に接触または侵入したときとほぼ同一の反力が、その実際とほぼ同一方向に発生するようにする。したがって仮想空間における模擬加工工具7の操作時に、実際に操作者が加工工具によって物体を加工する実空間とほぼ同一の感覚を操作者に与えることができる。

【0010】図4は、本発明の上述の実施の一形態のバーチャル造形の原理を説明するための簡略化した平面図である。表示手段2の表示面3には、右目で見たときの物体の画像27と、左目で見たときの物体の画像28とが、交互に表示される。右目25の視野 $\theta 25$ は、右目による画像27を見る視野 $\theta 25a$ と模擬加工工具7を見る視野 $\theta 25b$ とから成る。左目の視野 $\theta 26$ は、左目による画像28を見る視野 $\theta 26a$ と、模擬加工工具7を見る視野 $\theta 26b$ とから成る。右目25と左目26とによって各画像27、28を交互に見ることによって、仮想空間29には、操作者4による立体視画像30が形成される。視野 $\theta 25b$ 、 $\theta 26b$ による実空間31では、操作者4の手6によって把持された模擬加工工具7を右目と左目で前記遮光手段を介して実際に見ることができる。こうして立体視による仮想空間29における表示と、実空間31における模擬加工工具7による造形とを、同じ空間32内に実現することによって、現実存在しない仮想造形物である物体30を、模擬加工工具7を把持した現実の造形動作の感覚で、造形して加工することができるようになる。

【0011】実空間における造形と、本発明に従うコンピュータグラフィック技法による仮想空間での造形とを、透視変換法からバーチャル造形の原理を次に説明する。まず実空間における造形に関して、図5を参照して、現実の世界である実空間32において、操作者4は手6に実際の加工工具33を把持し、実際の物体34を加工して造形作業を行う。操作者4は、物体4と加工工具33とを両眼25、26で見て、それらの位置関係の視覚的な認識を元に、工具33を動かして造形動作を行っている。

【0012】次に図6を参照して、コンピュータグラフィックシステムの世界である仮想空間の世界を説明する。この仮想空間29の世界において、3次元の物体35を、表示手段2の表示面3に表示するために、この図6に示される透視変換法が採用される。上述の図5における実空間32における右目25または左目26である視点に対応してカメラ36が用いられ、表示面3に対応する投影面に、3次元物体35の投影像37を造り、こ

の投影像を表示手段2によって表示面3に表示する。

【0013】図7を参照して、立体視の原理を説明する。仮想空間29の世界における表示手段2の表示面3への表示法を、操作者4の右目25と左目26との両眼に対応して、カメラ37、38をそれぞれ配置して、3次元物体35を撮像することによって、立体画像を得ることができる。ステレオ対応のシステムでは、カメラ37、38によって得られた2枚の各立体視画像を、表示面3に交互に表示する機能を有する。

【0014】操作者4は、次の図8に示されるように右目25と左目26との前方にそれぞれ配置された遮光手段39、40を選択的に透光性および遮光性に制御することによって、右目25によって、表示面3上の右目による画像27を遮光手段39を介して見ることができ、右目25によって遮光手段39を介して画像27を見ているとき、遮光手段40は遮光した状態となっている。また左目26は、遮光手段40を介して左目による画像28を分離して見ることができ、左目26によって画像28を見ているときには遮光手段39は遮光状態となっている。

【0015】この図8におけるメモリM1には、カメラ37、38によって撮像された3次元物体35の3次元画像データがストアされる。このメモリM1からの画像データは、右目用と左目用との各画像データを作成するために用いられ、表示のためにメモリM2に転送され、右目用の画像を得るためにそのデータが圧縮画像メモリM3において右目用ストア領域41にストアされ、表示手段2によって表示面3に右目による画像27が表示される。また同様に左目用画像の表示のために、そのデータがメモリM3のストア領域42にストアされ、表示手段2によって表示面3に画像28が表示される。

【0016】メモリM3では、表示面3の画像の上下方向を1/2に圧縮し、1画面に2画像分のデータを格納する。こうしてメモリM3にストアされた圧縮画像は、上述のように表示手段2に転送され、その表示手段2によって元の画像に復元され、立体視ができるように、交互に表示される。

【0017】図9は、表示手段2と遮光手段39、40の動作を説明するための図である。図9(1)に示されるように表示手段2はメモリM3のストア内容を読み出して各表示期間W1において右目25による画像27を表示し、このとき右目25のための遮光手段39は図9(2)に示されるように開いており、すなわち透光性であり、左目26の遮光手段40は図9(3)に示されるように遮光性となっている。次の表示期間W2では、表示面3には左目26による画像28が表示され、このとき遮光手段39は遮光性となっており、遮光手段40は透光性となっている。このような表示期間W1、W2が繰返して交互に表示されることによって、操作者4は立体視画像5を見ることができる。たとえばW1=W2=

25 msecであって、人間の残像効果を得ることができる時間以下の短時間に選ばれる。

【0018】遮光手段39、40は、一对の透光性を有するガラスまたは合成樹脂などから成る基板の相互に対向する表面に形成された透光性電極間に、液晶が介在された構成を有し、電極を立体視制御手段43によって図9(2)および図9(3)のように制御される。遮光手段39、40は、前述の図1に示されるめがねフレーム44に右目25と左目26とにそれぞれ対応して装着される。

【0019】図10は、図1～図9に示される本発明の実施の一形態の電氣的構成を示すブロック図である。ステレオ対応グラフィックワークステーション1におけるマイクロコンピュータなどによって実現される処理回路45は、メモリM1にストアされた物体35の3次元の外形の形状データに基づき、立体画像を作成するために右目に対する透視変換を行い、表示手段2の表示面3に表示し、また左目に対する透視変換を行い表示面3に表示する。これらの透視変換によって得られた各画像27、28のデータはメモリM2にストアされ、メモリM3を用いて表示が行われる。

【0020】立体視のための同期信号発信器46は、図9に関連して述べたように表示期間W1、W2に同期した光または超音波などの電磁波を出力し、遮光制御手段43に与える。遮光制御手段43は、前述のように右目25と左目26とに対応する遮光手段39、40を、前述のように透光性/遮光性に制御する。こうして操作者4は、めがねフレーム44を装着して、遮光手段39、40を介して立体視画像5を見て、模擬加工工具7を用いて造形を行うことができる。

【0021】操作者4が実空間において手6に持って把持して操作する模擬加工工具7、したがってその加工片8の位置および姿勢は、位置検出手段47によって検出される。この加工工具7の加工片8には、その加工片8の3次元の位置と姿勢を表す信号を超音波または電波などの電磁波によって発信する発信器48が内蔵されて組込まれている。位置検出手段47は、この発信器48からの信号を受信し、上述のように加工片8の3次元の位置と姿勢を検出し、処理回路45に与える。

【0022】操作者4のめがねフレーム44には、また視点発信器49が装着される。この視点発信器49は、ジャイロセンサ50と送信手段51とを有する。ジャイロセンサ50の働きによって、右目25と左目26との視点である3次元実空間の位置、視線の方向を表す信号電波または超音波などによって発生し、この信号は固定位置に設けられた視点受信器52によって受信される。その受信信号は処理回路45に与えられる。こうして処理回路45では、操作者4の視点である3次元座標位置、視線の方向および各目25、26と表示面3との間の距離などを検出する。これに応じて、前述の透視変換

を時々刻々変更して、仮想物体5と模擬加工工具7の加工片8との位置関係の整合をとる。

【0023】図11は、処理回路45の動作を説明するためのフローチャートである。ステップa1からステップa2に移り、視点発信器49からの信号を受信する視点受信器52によって視点の3次元座標位置、視線の方向および目25、26と表示面3との間の距離などを検出する。ステップa3では、表示面3に表示すべき画像27、28をメモリM3から読出して表示手段2によって立体画像の表示を行う。ステップa4では、模擬加工工具7の加工片8に内蔵された発信器48の出力を受信する受信器47の出力によって、模擬加工工具7の加工片8の3次元実空間の座標位置および姿勢を検出する。

【0024】ステップa5では、模擬加工工具7の操作による各軸12、14、16の力を検出器18、19、20から検出し、これに基づき処理回路21は制動手段22、23、24の制動力を制御する。処理回路45は、前述の図3に示される処理回路21を含む。この制動手段22、23、24の働きによって軸12、14、16に反力が発生し、操作者4は模擬加工工具7を把持して操作するとき、その加工片8が立体視画像5に接触または侵入したときの反力を得ることができる。

【0025】ステップa6において模擬加工工具7の加工片8によって切削加工を行うことが設定されているときには、加工片8による立体視画像が加工片8の接触または侵入によって切削されて削り取られるように補正し、その3次元画像データをメモリM1にストアする。

【0026】ステップa9において模擬加工工具7によって立体視画像5の変形が行われるときには、ステップa10に移り、立体視画像5の変形が行われるように画像27、28を補正し、その3次元画像データをメモリM1においてストアする。さらにステップa11において立体視画像5にたとえば溶接ビードなどのように突起が付加されることが判断されたときには、そのような突起が立体視画像5に表示されるように3次元画像データを補正してメモリM1にストアする。模擬加工工具7によって予め加工されることができないときには、ステップa13でエラー出力をする。

【0027】図12は、模擬加工工具7による立体視画像の形状変更モデルを示す。図12(1)は模擬加工工具7を用いて切削するときを示し、図12(2)は変形するときの画像を示し、図12(3)は突起などを付加するときの立体視画像を示す。図12(1)～図12

(3)の左方にそれぞれ示される加工前の立体視画像は、切削、変形および付加によって、右方にそれぞれ示される立体視画像に補正される。この補正後の3次元画像データは、前述の図11のステップa8においてメモリM1にストアされる。変形というのは、模擬加工工具7の加工片8の刃の形状を転写するがごとき変形を行う動作である。本発明の実施の他の形態では、バーチャル

造形の種類としてたとえば切断および接合がある。この切断というのは、原素材からおおまかな形状をした素材を造形する動作である。接合は、棒状または板状などの材料などを素材の表面に貼り付ける動作をいう。

【0028】図13は、図11のステップa7における立体視画像の切削時の形状変形のアルゴリズムを説明するための図である。仮想物体30の断面形状が図13においてハッチングを施して示される。加工前の仮想物体30の格子点Pが模擬加工工具7の加工片8によって加工後にその仮想物体30の格子点P1に変形するように、処理回路45において立体視画像5の補正が行われる。加工量は、参照符54で示される。変形の方法は、たとえば模擬加工工具7の加工片8の表面の法線ベクトルの方向であってもよく、または加工量54が得られる座標軸の方向であってもよく、この変形の方法は、仮想物体30の完成品の形状から最適な手法を選択すればよい。

【0029】本発明の他の考え方に従えば、仮想空間内で造形された物体の寸法を計るバーチャルメジャー機能を、処理回路45によって実現するようにしてもよい。これによって造形物の任意の断面の寸法計測を行うことができる。さらに曲線補間およびフェアリング機能などのように、商業的に入手可能なCADツールが有する基本的な機能であるCAD基本要素技術を達成するようにしてもよい。

【0030】メモリM1にストアされた完成品の3次元画像データを、たとえばフロッピーなどの携帯形のメモリに転送してストアし、このメモリを、たとえばNC機械装置に装着して、完成品を自動的に製造することができる。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、前述の先行技術に関連して述べた実際の模型製作を行う必要がなくなり、したがって製品の意匠設計の過程における模型製作の仕損じを軽減することができ、時間と労力を大幅に節減することができる。

【0032】また本発明によれば、模型製作の仕損じが軽減されるので、製品の意匠設計に要する時間を短縮することができる。

【0033】本発明によれば、模擬加工を行うにあたり、熟練した技能を必要とせず、意匠設計を容易に行うことができ、訓練が少ない人であっても、意匠設計を容易に行うことができる。

【0034】本発明によれば、2次元表示面に、3次元立体視表示が行われるので、機械装置類の設計段階での完成品を想定したイメージと実際に製作した実物との違いをできるだけ少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態の模擬加工装置を簡略化して示す斜視図である。

11

【図2】模擬加工工具7を把持して立体視画像5を加工する際に、加工片8が立体視画像5に接触または侵入する際の反力を発生させて、操作者4の手6にさらに現実近似した感覚を与えるための構成を簡略化して示す斜視図である。

【図3】図2に示される各軸12, 14, 16毎に制動力を発生するための電気的構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の上述の実施の一形態のバーチャル造形の原理を説明するための簡略化した平面図である。

【図5】実空間32で物体34を加工工具33で加工する状態を示す図である。

【図6】コンピュータグラフィックシステムの世界である仮想空間の世界を説明する図である。

【図7】立体視の原理を説明する図である。

【図8】立体視を実現する電気的構成を示す簡略化したブロック図である。

【図9】表示手段2と遮光手段39, 40の動作を説明するための図である。

【図10】図1～図9に示される本発明の実施の一形態の電気的構成を示すブロック図である。

【図11】処理回路45の動作を説明するためのフローチャートである。

【図12】模擬加工工具7による立体視画像の形状変更モデルを示す図である。

【図13】物体30を模擬加工工具7で切削加工する状態を示す断面図である。

【符号の説明】

12

* 1 ステレオ対応グラフィックワークステーション

2 表示手段

3 2次元表示面

4 操作者

5 画像

7 模擬加工工具

8 加工片

9 接触または侵入した部分

12 第1軸

13 アーム

14 第2軸

15 アーム

16 第3軸

18～20 力検出素子

21 処理回路

22～24 制動手段

25 右目

26 左目

29 仮想空間

31 実空間

32 空間

39, 40 遮光手段

44 めがねフレーム

47 位置検出手段

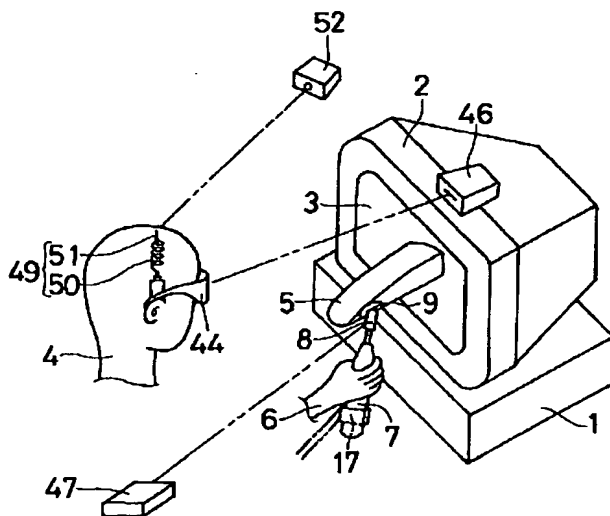
49 視点発信器

50 ジャイロセンサ

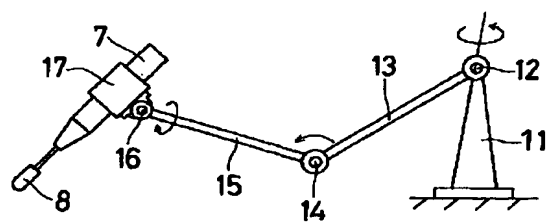
51 視点受信器

* M1, M2, M3 メモリ

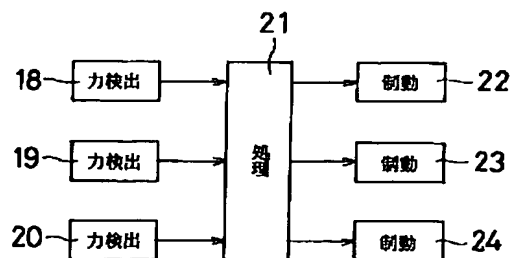
【図1】



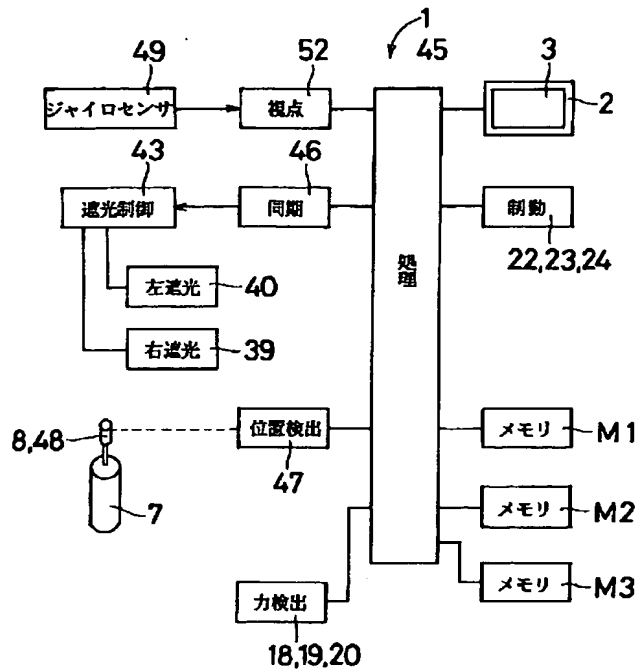
【図2】



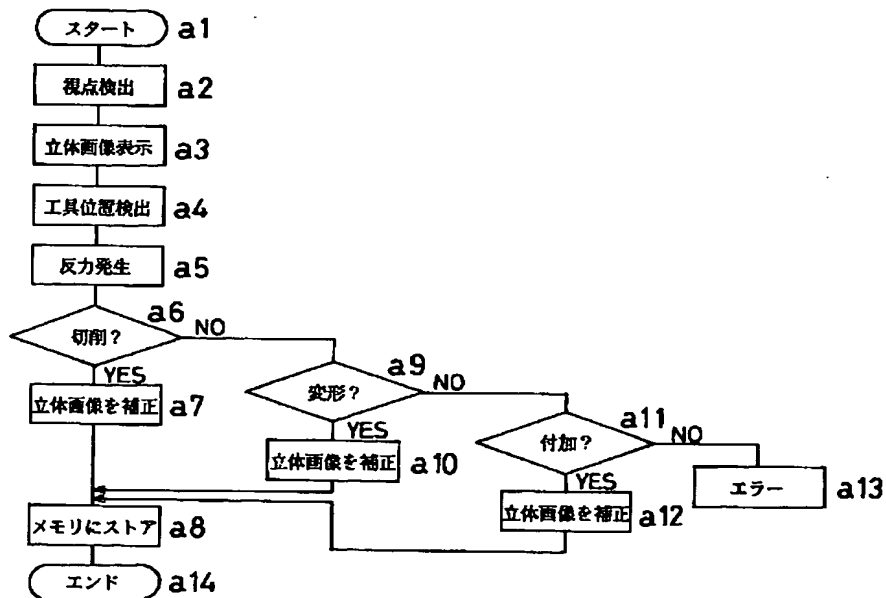
【図3】



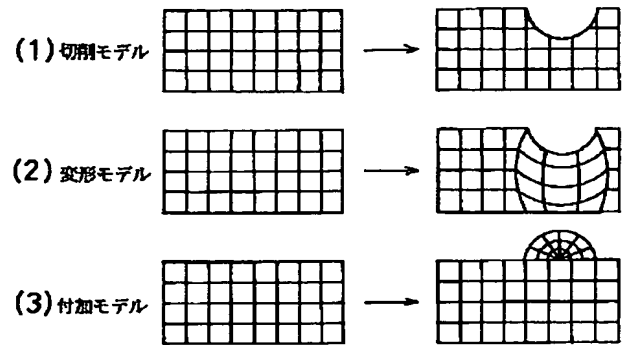
【図10】



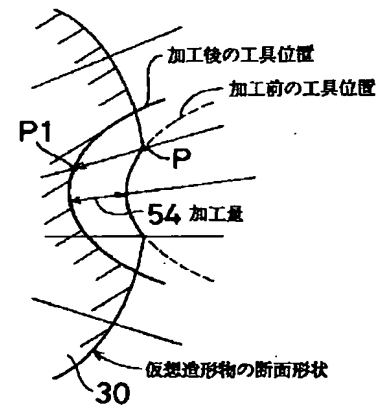
【図11】



【図12】



【図13】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-020914

(43)Date of publication of application : 23.01.1998

(51)Int.Cl.

G05B 19/4068
G06T 17/40

(21)Application number : 08-178126

(71)Applicant : KAWASAKI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 08.07.1996

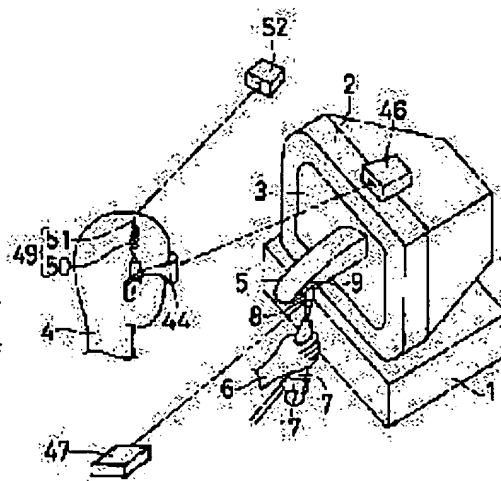
(72)Inventor : NAGAMATSU YOSHIO
TAKETOMI SOKO

(54) SIMULATED WORKING METHOD/DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a simulated molding system and to eliminate the need of actually manufacturing a model.

SOLUTION: An object protruding from the two-dimensional display face 3 of a liquid crystal or cathode ray tube to this side of an operator-side is three-dimensionally displayed. An operator makes the simulated work tool 7 to touch the stereoscopic picture or makes it intrude into it by using the tool 7. The position of the simulated work tool 7 is detected, the part to which the picture 5 that is stereoscopically displayed touches or into which the picture invades is deformed and it is corrected into the picture after work so as to display it.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.07.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2837393

[Date of registration] 09.10.1998

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The simulation processing approach characterized by what it displays that the three-dimension stereoscopic vision by the operator can do an objective image at the two-dimensional screen, and said part of the image displayed by said screen when it direct-contacts or the simulation processing tool which the operator grasped invades into the image by which stereoscopic vision is carried out on space which contacted or invaded deforms, and amends and displays on the image after processing.

[Claim 2] When it direct-contacts or the simulation processing tool by which the objective image was displayed that three-dimension stereoscopic vision by the operator is made, and the operator grasped it to the two-dimensional screen invades into the image by which stereoscopic vision is carried out on space, Said part of the image displayed on said screen which contacted or invaded is deformed, it amends and displays on the image after processing, and the data of the three-dimension image which the body amended and was obtained are stored in memory. With this stored data The objective processing approach of carrying out the displacement drive of a processing tool and the body relatively by the three dimension, and processing a body.

[Claim 3] The simulation processing approach characterized by molding directly on space by the simulation processing tool by which the virtual space which forms the stereoscopic vision image by the operator by displaying an objective image on the two-dimensional screen, and real space which processes a body by the processing tool which the operator grasped were directly realized in piles in the same space, and the operator grasped the stereoscopic vision image.

[Claim 4] The memory which stores the three-dimension image data of the appearance of the body by which simulation processing should be carried out, A display means to display by turns the image of the body which has the two-dimensional screen, read the data stored in memory, and was seen by an operator's right eye and left eye to this screen, When it is the protection-from-light means with which it is equipped by the operator and which is arranged ahead of a right eye and a left eye, respectively and the image by the right eye is displayed by the display means, When the protection-from-light means of a right eye is made into translucency, and the protection-from-light means of a left eye is made into protection-from-light nature and the image by the left eye is displayed by the display means, In the three-dimension configuration simulation processing equipment which consists of a protection-from-light means which makes the protection-from-light means of a right eye protection-from-light nature, and makes translucency the protection-from-light means of a left eye, and a simulation processing tool grasped by the operator A contact/invasion detection means to detect that answered the output of a location detection means to detect the location of a simulation processing tool, and a location detection means, and direct-contacted or the simulation processing tool invaded into the image by which stereoscopic vision is carried out on space, Simulation processing equipment characterized by including an image data correction means to amend the data currently stored in memory so that the output of contact/invasion detection means may be answered and said part of an image which contacted or invaded may deform.

[Claim 5] A means for a simulation processing tool to be formed in the circumference of each three axes

which intersect perpendicularly mutually possible [an angular displacement], and to detect the force by the operator of the circumference of each axis, In the image with which the output of a braking means to generate the damping force of the circumference of each axis, and a force detection means is answered, and stereoscopic vision of the simulation processing tool is carried out, when [said] it contacted or invades, Simulation processing equipment according to claim 4 characterized by including a means to generate and control the damping force by the braking means of the circumference of each axis so that the almost same reaction force as the time of an actual processing tool contacting or invading into a body with a braking means may occur in the same direction mostly with the actual condition.

[Claim 6] The simulation processing equipment according to claim 4 or 5 characterized by to include the stereoscopic-vision image amendment means on which the stereoscopic-vision image which the operator was equipped with, answered the output of a view detection means derive the signal showing an operator's view, and a view detection means, amended the three-dimension image data currently stored in memory, and saw from an operator's view location displays with a display means.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention uses a simulation processing tool for the body on imagination with the application of the so-called computer graphics (abbreviated name CG) technique, gives direct molding on space, and relates to the approach of actually processing a body by this further, about the simulation processing approach and equipment which perform the so-called virtual (virtual) molding which can be displayed on real time in the form of which it complains to vision in three dimension.

[0002]

[Description of the Prior Art] As typical advanced technology, it is the design design by the model construction called the so-called mock-up. A model is actually manufactured and this advanced technology considers a design design, in case the oil tank of the appearance configuration of an automobile and a two-flower automobile and the configuration of a muffler are designed, for example. In this advanced technology, since a model is actually manufactured, the model which time amount and costs started and was once manufactured cannot be transformed, and redo does not hear. In addition, although the three-dimension configuration processing equipment which used computer graphics is indicated by JP,6-20011,A, the technique of performing configuration processing of a workpiece in piles directly is not indicated in a virtual space and real space.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is offering the processing approach of the simulation processing approach of having enabled it to complain of bodies, such as a product, to vision in three dimension on real time, equipment, and a body, without actually manufacturing a model.

[0004]

[Means for Solving the Problem] This invention is the simulation processing approach characterized by what it displays that the three-dimension stereoscopic vision by the operator can do an objective image at the two-dimensional screen, and said part of the image displayed by said screen when it direct-contacts or the simulation processing tool which the operator grasped invades into the image by which stereoscopic vision is carried out on space which contacted or invaded deforms, and amends and displays on the image after processing. Moreover, when it direct-contacts or the simulation processing tool which this invention displayed that an objective image is made as for the three-dimension stereoscopic vision by the operator to the two-dimensional screen, and the operator grasped invades into the image by which stereoscopic vision is carried out on space, Said part of the image displayed on said screen which contacted or invaded is deformed, it amends and displays on the image after processing, and the data of the three-dimension image which the body amended and was obtained are stored in memory. With this stored data It is the objective processing approach of carrying out the displacement drive of a processing tool and the body relatively by the three dimension, and processing a body. Moreover, this invention is the simulation processing approach characterized by molding directly on space by the simulation processing tool by which the virtual space which forms the stereoscopic vision

image by the operator, and real space which processes a body by the processing tool which the operator grasped were directly realized in piles in the same space, and the operator grasped the stereoscopic vision image by displaying an objective image on the two-dimensional screen. Moreover, the memory which stores the three-dimension image data of the appearance of the body with which simulation processing of this invention should be carried out, A display means to display by turns the image of the body which has the two-dimensional screen, read the data stored in memory, and was seen by an operator's right eye and left eye to this screen, When it is the protection-from-light means with which it is equipped by the operator and which is arranged ahead of a right eye and a left eye, respectively and the image by the right eye is displayed by the display means, When the protection-from-light means of a right eye is made into translucency, and the protection-from-light means of a left eye is made into protection-from-light nature and the image by the left eye is displayed by the display means, In the three-dimension configuration simulation processing equipment which consists of a protection-from-light means which makes the protection-from-light means of a right eye protection-from-light nature, and makes translucency the protection-from-light means of a left eye, and a simulation processing tool grasped by the operator A contact/invasion detection means to detect that answered the output of a location detection means to detect the location of a simulation processing tool, and a location detection means, and direct-contacted or the simulation processing tool invaded into the image by which stereoscopic vision is carried out on space, As the output of contact/invasion detection means is answered and said part of an image which contacted or invaded deforms, it is simulation processing equipment characterized by including an image data correction means to amend the data currently stored in memory. Moreover, a means by which a simulation processing tool is formed in the circumference of each three axes which intersect perpendicularly mutually possible [an angular displacement], and this invention detects the force by the operator of the circumference of each axis, In the image with which the output of a braking means to generate the damping force of the circumference of each axis, and a force detection means is answered, and stereoscopic vision of the simulation processing tool is carried out, when [said] it contacted or invades, It is characterized by including a means to generate and control the damping force by the braking means of the circumference of each axis so that the almost same reaction force as the time of an actual processing tool contacting or invading into a body with a braking means may occur in the same direction mostly with the actual condition. Moreover, this invention is characterized by to include the stereoscopic-vision image amendment means on which the stereoscopic-vision image which the operator was equipped with, answered the output of a view detection means to derive the signal showing an operator's view, and a view detection means, amended the three-dimension image data currently stored in memory, and was seen from an operator's view location is displayed with a display means.

[0005] If this invention is followed, an objective image will be displayed on the two-dimensional screens, such as liquid crystal or a cathode-ray tube, and a stereoscopic vision image will be formed in image space. An operator Grasp a simulation processing tool, and contact the image by which stereoscopic vision is carried out, or the simulation processing tool is invaded into a direct image on space. By this, realize directly real space which processes a body by the actual processing tool in piles in the same space as said virtual space, and the part into which the simulation processing tool of the image by which stereoscopic vision is carried out contacted or invaded is similarly deformed with it being actual. It can amend and display on the image after the processing, and simulation molding, i.e., simulation processing, can be performed in this way. All of cutting, deformation, addition, etc. are included with processing. In displaying that a body is made as for three-dimension stereoscopic vision to the two-dimensional screen Each image of the body seen by an operator's right eye and left eye is displayed on the screen of a display means by turns. When the protection-from-light means arranged ahead of an operator's right eye and a left eye, respectively is operated by turns to translucency and protection-from-light nature, for example, the image by the right eye is displayed on the screen When it enables it to see by the right eye by making the protection-from-light means of a right eye into translucency and the image by the left eye is displayed on the screen, it enables it to see by the left eye by making the protection-from-light means of a left eye into translucency. The mutual transfer operation

of the translucency and protection-from-light nature by such protection-from-light means is repeated in a short time below operator's human being's storage time. By this, the after-image effectiveness of human being's eyes can be used, and a body can form in an operator side from the screen the vision in the condition of having projected virtually, to the front. An operator grasps a simulation processing tool, direct-contacts or makes a simulation processing tool invade into that image by which stereoscopic vision is carried out on space, doing in this way and looking at a stereoscopic-vision image, and the three-dimension image data currently stored in memory amends so that said part of the image in which detects said contact/invasion and stereoscopic vision is carried out by detection of the location of this simulation processing tool which contacted or invaded may deform. In this way, the so-called virtual molding can be performed. In case an operator grasps a simulation processing tool and processes a body, a simulation processing tool is formed in the circumference of each three axes which intersect perpendicularly with mutual [in a XYZ rectangular coordinate system] possible [an angular displacement]. A simulation processing tool the damping force of the circumference of the axis in the image by which detects the force by the operator and stereoscopic vision is carried out with the braking means when [said] it contacted or invades It generates and the almost same reaction force as the time of an actual processing tool contacting or invading into a body controls to generate in the same direction mostly with the time as a matter of fact. Processing of the imagination body using the simulation processing tool by the operator can be considered as feeling near further much more actually by this. If this invention is furthermore follow , using the view detection means realize by a gyroscope sensor etc. , each look of an operator view , i.e. , an eye on either side , wants be locate , distance , a direction , an include angle , etc. from a view to the screen are detect , and even when an operator moves by this , the three dimension data currently store in memory will be amend so that the stereoscopic vision image which was able to took adjustment may be obtain . In this way, it is possible to manufacture bodies, such as a model which has the actual configuration for which NC (numerical control) processing equipment is operated and it wishes, using the three-dimension data after processing of the body currently stored in the obtained memory.

[0006]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the perspective view simplifying and showing the simulation processing equipment of one gestalt of operation of this invention. By the two-dimensional screen 3 of the display means 2 realized by liquid crystal or a cathode-ray tube etc. with which the graphic workstation 1 corresponding to a stereo is equipped, an operator 4 can see the image 5 of the body by which it was indicated by three-dimension stereoscopic vision. This stereoscopic vision image 5 can realize vision projected from the screen 3 to the operator 4 side, i.e., the left of drawing 1 , who is this side.

[0007] An operator 4 grasps the simulation processing tool 7, direct-contacts or makes the piece 8 of processing invade into the stereoscopic vision image 5 on space by the hand 6. The part 9 in which the piece 8 of processing of the simulation processing tool 7 contacted or invaded into the stereoscopic vision image 5 is deformed by this, and a stereoscopic vision indication of the image after processing on the imagination is given. In this way, while forming the stereoscopic vision image 5 by the operator 4 in a virtual space by displaying the objective image 5 on the two-dimensional screen 3, the stereoscopic vision image 5 can be molded by the simulation processing tool 7 which the operator 4 grasped by realizing in the same space as the real space which processes an actual body by the actual processing tool by which the operator 4 grasped this virtual space. In this way, a virtual molding system is realized.

[0008] In case drawing 2 grasps the simulation processing tool 7 and processes the stereoscopic vision image 5, it is the perspective view simplifying and showing the configuration for giving the feeling which was made to generate the reaction force at the time of the piece 8 of processing contacted or invading into the stereoscopic vision image 5, and was approximated to an operator's 4 hand 6 still more nearly actually. The base 11 is established in a fixed position and the end section of an arm 13 is prepared in the edge of the base 11 possible [an angular displacement] possible [an angular displacement] around the 1st shaft 12. As for the other end of this arm 13, the edge of another arm 15 is prepared with the 2nd shaft 14. The other end of an arm 15 is connected with a holder 17 with the 3rd

shaft 16. The simulation processing tool 7 is equipped with a holder 17 removable. The 1st shaft 12, the 2nd shaft 14, and the 3rd shaft 16 have each three axes which intersect perpendicularly with both XYZ system of coordinates, and have composition in which an angular displacement is possible at the circumference of each of those axes.

[0009] In order to detect the operating physical force by the hand 6 of the operator 4 of the circumference of each of these axes in relation to the 1st - the 3rd shaft 12, 14, and 16, the force sensing elements 18-20 shown in drawing 3 are formed individually corresponding to each shafts 12, 14, and 16, respectively. The processing circuit 21 realized with a microcomputer answers the output of these force sensing elements 18-20, and operates each shafts 12 and 14 and the braking means 22-24 established for every 16. The damping force by the braking means of the circumference of the axis of each shafts 12, 14, and 16 is controlled by the processing circuit 21. It is made for the almost same reaction force as the time of an actual processing tool contacted or invading into a body by this to occur in the same direction mostly with the time as a matter of fact. Therefore, at the time of actuation of the simulation processing tool 7 in a virtual space, an operator can actually give an operator the almost same feeling as the real space which processes a body by the processing tool.

[0010] Drawing 4 is the top view simplified for explaining the principle of virtual molding of one gestalt of above-mentioned operation of this invention. The image 27 of the body when seeing by the right eye and the image 28 of the body when seeing by the left eye are displayed on the screen 3 of the display means 2 by turns. The visual field theta 25 of a right eye 25 consists of visual field theta25b which looks at visual field theta25a which looks at the image 27 by the right eye, and the simulation processing tool 7. The visual field theta 26 of a left eye consists of visual field theta26a which looks at the image 28 by the left eye, and visual field theta26b which looks at the simulation processing tool 7. The stereoscopic vision image 30 by the operator 4 is formed in a virtual space 29 by seeing each images 27 and 28 by turns by the right eye 25 and the left eye 26. In the real space 31 by visual field theta25b and theta26b, the simulation processing tool 7 grasped by an operator's 4 hand 6 can actually be seen through said protection-from-light means by the right eye and the left eye. In this way, by realizing display in the virtual space 29 by stereoscopic vision, and molding by the simulation processing tool 7 in real space 31 in the same space 32, with the feeling of the actual molding actuation which grasped the simulation processing tool 7, the body 30 which is the virtual molding object which does not exist actually can be molded, and can be processed now.

[0011] The principle of virtual molding is explained below for molding in real space, and molding in the virtual space by the computer graphic technique according to this invention from a transparent transformation method. First, about molding in real space, with reference to drawing 5, an operator 4 grasps the actual processing tool 33 in a hand 6, processes the actual body 34, and does a molding activity in the real space 32 which is the actual world. An operator 4 looks at a body 4 and the processing tool 33 with both eyes 25 and 26, based on visual recognition of those physical relationship, moves a tool 33 and is performing molding actuation.

[0012] Next, with reference to drawing 6, the world of the virtual space which is the world of a computer graphic system is explained. In the world of this virtual space 29, in order to display the body 35 of a three dimension on the screen 3 of the display means 2, the transparent transformation method shown in this drawing 6 is adopted. A camera 36 is used corresponding to the view which is the above-mentioned right eye 25 or above-mentioned left eye 26 in the real space 32 in drawing 5, the projection image 37 of the three-dimension body 35 is built to the plane of projection corresponding to the screen 3, and this projection image is displayed on it with the display means 2 at the screen 3.

[0013] The principle of stereoscopic vision is explained with reference to drawing 7. A solid image can be obtained by arranging cameras 37 and 38 for the notation to the screen 3 of the display means 2 in the world of a virtual space 29 corresponding to the both eyes of an operator's 4 right eye 25, and a left eye 26, respectively, and picturizing the three-dimension body 35. In the system corresponding to a stereo, it has the function which displays by turns each stereoscopic vision image of two sheets obtained with cameras 37 and 38 on the screen 3.

[0014] An operator 4 by controlling alternatively the protection-from-light means 39 and 40 arranged

ahead of a right eye 25 and a left eye 26, respectively as shown in following drawing 8 to translucency and protection-from-light nature While the image 27 by the right eye on the screen 3 can be seen through the protection-from-light means 39 by the right eye 25 and the image 27 is seen through the protection-from-light means 39 by the right eye 25, the protection-from-light means 40 is in the condition of having shaded. Moreover, a left eye 26 can separate and see the image 28 by the left eye through the protection-from-light means 40, and while seeing the image 28 by the left eye 26, the protection-from-light means 39 is in the protection-from-light condition.

[0015] The three-dimension image data of the three-dimension body 35 picturized with cameras 37 and 38 is stored in the memory M1 in this drawing 8 . It is used in order that the image data from this memory M1 may create each image data the object for right eyes, and for left eyes, it is transmitted to memory M2 for a display, in order to obtain the image for right eyes, that data is stored in the store field 41 for right eyes in the compression image memory M3, and the image 27 by the right eye is displayed on the screen 3 by the display means 2. Moreover, similarly, for the display of the image for left eyes, the data is stored in the store field 42 of memory M3, and an image 28 is displayed on the screen 3 by the display means 2.

[0016] By memory M3, the vertical direction of the image of the screen 3 is compressed into one half, and the data for two images are stored in one screen. In this way, the compression image stored in memory M3 is displayed by turns so that it is transmitted to the display means 2 as mentioned above, and it may be restored to the original image and stereoscopic vision may be made with the display means 2.

[0017] Drawing 9 is drawing for explaining actuation of the display means 2 and the protection-from-light means 39 and 40. As shown in drawing 9 (1), the display means 2 reads the contents of a store of memory M3, and displays the image 27 by the right eye 25 in each display period W1, at this time, the protection-from-light means 39 for a right eye 25 is opened, as shown in drawing 9 (2), namely, it is translucency, and the protection-from-light means 40 of a left eye 26 serves as protection-from-light nature, as shown in drawing 9 (3). In the next display period W2, the image 28 by the left eye 26 is displayed on the screen 3, at this time, the protection-from-light means 39 serves as protection-from-light nature, and the protection-from-light means 40 serves as translucency. An operator 4 can see the stereoscopic vision image 5 by displaying such display periods W1 and W2 by turns repeatedly. For example, it is $W1=W2=25\text{msec}$ and is chosen as a short time below the time amount which can acquire human being's after-image effectiveness.

[0018] The protection-from-light means 39 and 40 have the configuration in which it was placed between the translucency inter-electrode formed in the front face which counters both the substrates that consist of glass or synthetic resin etc. which has the translucency of a pair by liquid crystal, and an electrode is controlled by the stereoscopic vision control means 43 like drawing 9 (2) and drawing 9 (3). The glasses frame 44 shown in above-mentioned drawing 1 is equipped with the protection-from-light means 39 and 40 respectively corresponding to a right eye 25 and a left eye 26.

[0019] Drawing 10 is the block diagram showing the electric configuration of one gestalt of operation of this invention shown in drawing 1 - drawing 9 . Based on the configuration data of the appearance of the three dimension of the body 35 stored in memory M1, the processing circuit 45 realized with the microcomputer in the graphic workstation 1 corresponding to a stereo etc. performs transparent transformation to a right eye, in order to create a solid image, it displays it on the screen 3 of the display means 2, and performs transparent transformation to a left eye, and displays it on the screen 3. The data of each images 27 and 28 obtained by such transparent transformation are stored in memory M2, and a display is performed using memory M3.

[0020] The synchronizing signal transmitter 46 for stereoscopic vision outputs electromagnetic waves, such as light which synchronized with the display periods W1 and W2, or a supersonic wave, as stated in relation to drawing 9 , and it gives them to the protection-from-light control means 43. The protection-from-light control means 43 controls the protection-from-light means 39 and 40 corresponding to a right eye 25 and a left eye 26 to translucency / protection-from-light nature as mentioned above. In this way, an operator 4 can equip with the glasses frame 44, can see the

stereoscopic vision image 5 through the protection-from-light means 39 and 40, and can mold using the simulation processing tool 7.

[0021] The location and posture of the simulation processing tool 7 which an operator 4 has in a hand 6, and grasps and operates in real space, therefore its piece 8 of processing are detected by the location detection means 47. The transmitter 48 which sends the signal showing the location and posture of a three dimension of that piece 8 of processing by electromagnetic waves, such as a supersonic wave or an electric wave, is built in and built into the piece 8 of processing of this processing tool 7. The location detection means 47 receives the signal from this transmitter 48, detects the location and posture of a three dimension of the piece 8 of processing as mentioned above, and gives them to the processing circuit 45.

[0022] An operator's 4 glasses frame 44 is equipped with the view transmitter 49. This view transmitter 49 has the gyroscope sensor 50 and the transmitting means 51. It generates with a signal wave or a supersonic wave etc. with which the location of the three-dimension real space which is the view of a right eye 25 and a left eye 26, and the direction of a look are expressed by work of the gyroscope sensor 50, and this signal is received by the view receiver 52 formed in the fixed position. The input signal is given to the processing circuit 45. In this way, in the processing circuit 45, the direction of the three-dimension coordinate location which is an operator's 4 view, and a look, the distance between each eyes 25 and 26 and the screen 3, etc. are detected. According to this, the above-mentioned transparent transformation is changed every moment, and adjustment of the physical relationship of the virtual body 5 and the piece 8 of processing of the simulation processing tool 7 is taken.

[0023] Drawing 11 is a flow chart for explaining actuation of the processing circuit 45. It moves from step a1 to step a2, and the view receiver 52 which receives the signal from the view transmitter 49 detects the direction of the three-dimension coordinate location of a view, and a look, the distance between eyes 25 and 26 and the screen 3, etc. At step a3, the images 27 and 28 which should be displayed on the screen 3 are read from memory M3, and a solid image is displayed with the display means 2. At step a4, the output of the receiver 47 which receives the output of the transmitter 48 built in the piece 8 of processing of the simulation processing tool 7 detects the coordinate location and posture of three-dimension real space of the simulation processing tool 7. [of the piece 8 of processing]

[0024] The force of each shafts 12, 14, and 16 by actuation of the simulation processing tool 7 is detected from detectors 18, 19, and 20, and the processing circuit 21 controls the damping force of the braking means 22, 23, and 24 by step a5 based on this. The processing circuit 45 includes the processing circuit 21 shown in above-mentioned drawing 3. Reaction force occurs on shafts 12, 14, and 16 by work of these braking means 22, 23, and 24, and an operator 4 can acquire reaction force when that piece 8 of processing contacted or invades into the stereoscopic vision image 5, when grasping and operating the simulation processing tool 7.

[0025] When performing cutting by the piece 8 of processing of the simulation processing tool 7 in step a6 is set up, it amends so that the stereoscopic vision image by the piece 8 of processing may be cut and shaved off by contact or invasion of the piece 8 of processing, and the three-dimension image data is stored in memory M1.

[0026] When deformation of the stereoscopic vision image 5 is performed by the simulation processing tool 7 in step a9, it moves to step a10, and images 27 and 28 are amended so that deformation of the stereoscopic vision image 5 may be performed, and the three-dimension image data is stored in memory M1. When it is judged that a projection is furthermore added to the stereoscopic vision image 5 like a weld bead in step a11, three-dimension image data is amended and it stores in memory M1 so that such a projection may be displayed on the stereoscopic vision image 5. When it cannot be beforehand processed by the simulation processing tool 7, an error output is carried out at step a13.

[0027] Drawing 12 shows the configuration modification model of the stereoscopic vision image by the simulation processing tool 7. Drawing 12 (1) shows the time of cutting using the simulation processing tool 7, an image in case drawing 12 (2) deforms is shown, and drawing 12 (3) shows the stereoscopic vision image when adding a projection etc. The stereoscopic vision image before processing shown in the left of drawing 12 (1) - drawing 12 (3), respectively is amended by cutting, deformation, and

addition by the stereoscopic vision image shown in the method of the right, respectively. The three-dimension image data after this amendment is stored in memory M1 in step a8 of above-mentioned drawing 11 . Deformation is actuation which deforms by solving, although the configuration of the cutting edge of the piece 8 of processing of the simulation processing tool 7 is imprinted. With other gestalten of operation of this invention, there are cutting and junction as a class of virtual molding. This cutting is actuation which molds the material which carried out the rough configuration from the original material. Junction being cylindrical or the actuation which sticks ingredients, such as tabular, etc. on the surface of a material is said.

[0028] Drawing 13 is drawing for explaining the algorithm of the form status change form at the time of cutting of the stereoscopic vision image in step a7 of drawing 11 . In drawing 13 , the cross-section configuration of the virtual body 30 performs hatching, and is shown. In the processing circuit 45, amendment of the stereoscopic vision image 5 is performed so that the lattice point P of the virtual body 30 before processing may deform after processing by the piece 8 of processing of the simulation processing tool 7 at the lattice point P1 of the virtual body 30. The amount of processings is shown by the reference mark 54. The direction of deformation may be the direction of the normal vector of the front face of the piece 8 of processing of the simulation processing tool 7, or you may be the coordinate shaft orientation from which the amount 54 of processings is obtained, and the direction of this deformation should just choose the optimal technique from the configuration of the finished product of the virtual body 30.

[0029] As long as it follows other views of this invention, the processing circuit 45 may be made to realize the virtual major function to measure the dimension of the body molded in the virtual space. This can perform dimension measurement of the cross section of the arbitration of a molding object. You may make it attain the CAD base element technique which is the fundamental function which an available CAD tool has commercially still like curvilinear interpolation and a fairing function.

[0030] The three-dimension image data of the finished product stored in memory M1 can be transmitted and stored in the memory of pocket forms, such as a floppy, for example, NC machinery can be equipped with this memory, and a finished product can be manufactured automatically.

[0031]

[Effect of the Invention] According to this invention, it becomes unnecessary to perform actual model construction described in relation to the above-mentioned advanced technology therefore, the failure of the model construction in the process of a design design of a product can be mitigated, and time amount and an effort can be reduced sharply.

[0032] Moreover, according to this invention, since the failure of model construction is mitigated, the time amount which the design design of a product takes can be shortened.

[0033] According to this invention, in performing simulation processing, the skilled skill is not needed, but a design design can be performed easily, and even if training is few men, a design design can be performed easily.

[0034] According to this invention, since a three-dimension stereoscopic vision display is performed to the two-dimensional screen, the image supposing the finished product in the design stage of machineries, thing that was actually manufactured, and the that it is difference which goes away can be lessened as much as possible.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

TECHNICAL FIELD

[Field of the Invention] This invention uses a simulation processing tool for the body on imagination with the application of the so-called computer graphics (abbreviated name CG) technique, gives direct molding on space, and relates to the approach of actually processing a body by this further, about the simulation processing approach and equipment which perform the so-called virtual (virtual) molding which can be displayed on real time in the form of which it complains to vision in three dimension.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

EFFECT OF THE INVENTION

[Effect of the Invention] According to this invention, it becomes unnecessary to perform actual model construction described in relation to the above-mentioned advanced technology therefore, the failure of the model construction in the process of a design design of a product can be mitigated, and time amount and an effort can be reduced sharply.

[0032] Moreover, according to this invention, since the failure of model construction is mitigated, the time amount which the design design of a product takes can be shortened.

[0033] According to this invention, in performing simulation processing, the skilled skill is not needed, but a design design can be performed easily, and even if training is few men, a design design can be performed easily.

[0034] According to this invention, since a three-dimension stereoscopic vision display is performed to the two-dimensional screen, the image supposing the finished product in the design stage of machineries, thing that was actually manufactured, and the that it is difference which goes away can be lessened as much as possible.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

TECHNICAL PROBLEM

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is offering the processing approach of the simulation processing approach of having enabled it to complain of bodies, such as a product, to vision in three dimension on real time, equipment, and a body, without actually manufacturing a model.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view simplifying and showing the simulation processing equipment of one gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] In case the simulation processing tool 7 is grasped and the stereoscopic vision image 5 is processed, it is the perspective view simplifying and showing the configuration for giving the feeling which was made to generate the reaction force at the time of the piece 8 of processing contacted or invading into the stereoscopic vision image 5, and was approximated to an operator's 4 hand 6 still more nearly actually.

[Drawing 3] They are each shafts 12 and 14 shown in drawing 2 , and the block diagram showing the electric configuration for generating damping force for every 16.

[Drawing 4] It is the top view simplified for explaining the principle of virtual molding of one gestalt of above-mentioned operation of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the condition of processing a body 34 by the processing tool 33 in real space 32.

[Drawing 6] It is drawing explaining the world of the virtual space which is the world of a computer graphic system.

[Drawing 7] It is drawing explaining the principle of stereoscopic vision.

[Drawing 8] It is the simplified block diagram showing the electric configuration which realizes stereoscopic vision.

[Drawing 9] It is drawing for explaining actuation of the display means 2 and the protection-from-light means 39 and 40.

[Drawing 10] It is the block diagram showing the electric configuration of one gestalt of operation of this invention shown in drawing 1 - drawing 9 .

[Drawing 11] It is a flow chart for explaining actuation of the processing circuit 45.

[Drawing 12] It is drawing showing the configuration modification model of the stereoscopic vision image by the simulation processing tool 7.

[Drawing 13] It is the sectional view showing the condition of carrying out cutting of the body 30 by the simulation processing tool 7.

[Description of Notations]

- 1 Graphic Workstation corresponding to Stereo
- 2 Display Means
- 3 Two-dimensional Screen
- 4 Operator
- 5 Image
- 7 Simulation Processing Tool
- 8 Piece of Processing
- 9 Part Which Contacted or Invaded
- 12 1st Shaft

13 Arm
14 2nd Shaft
15 Arm
16 3rd Shaft
18-20 Force sensing element
21 Processing Circuit
22-24 Braking means
25 Right Eye
26 Left Eye
29 Virtual Space
31 Real Space
32 Space
39 40 Protection-from-light means
44 Glasses Frame
47 Location Detection Means
49 View Transmitter
50 Gyroscope Sensor
51 View Receiver
M1, M2, M3 Memory

[Translation done.]

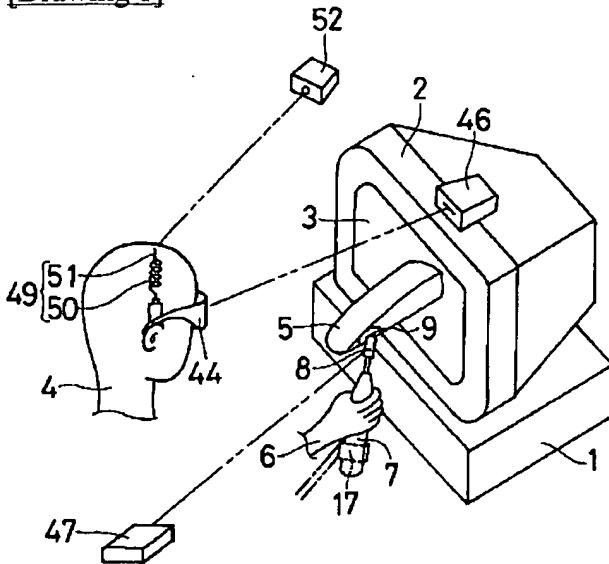
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

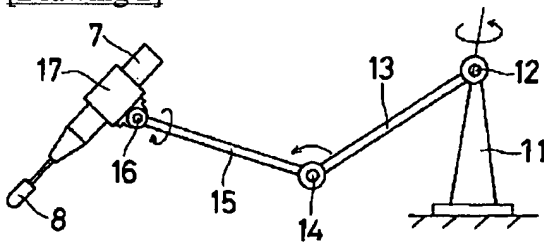
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

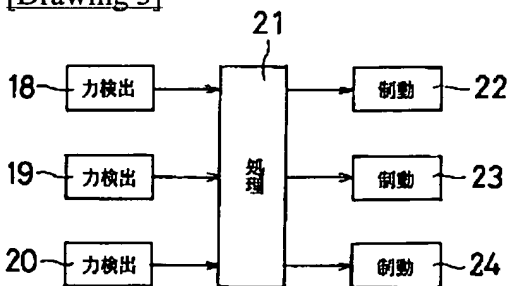
[Drawing 1]



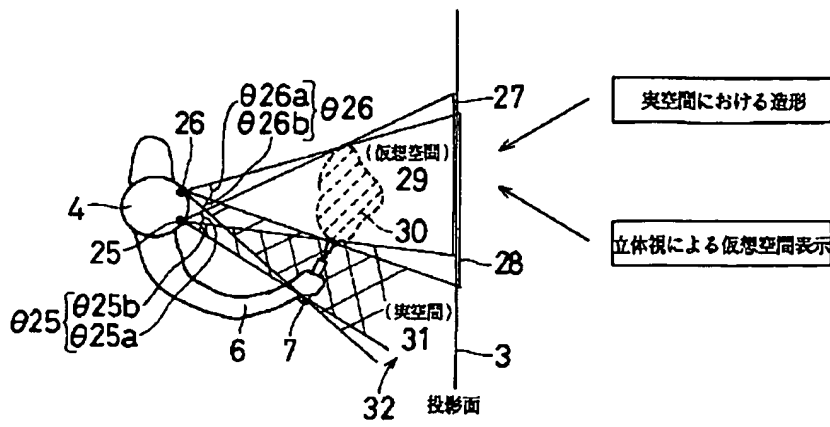
[Drawing 2]



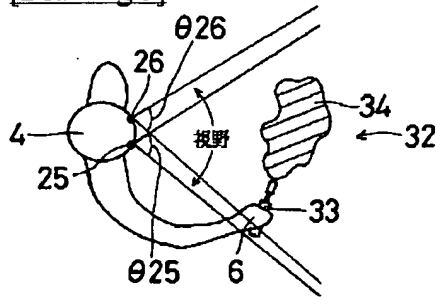
[Drawing 3]



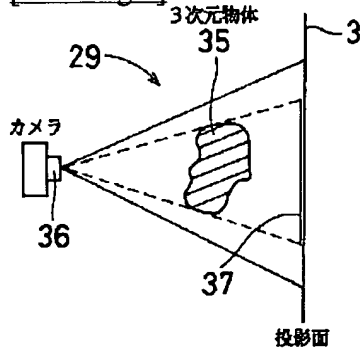
[Drawing 4]



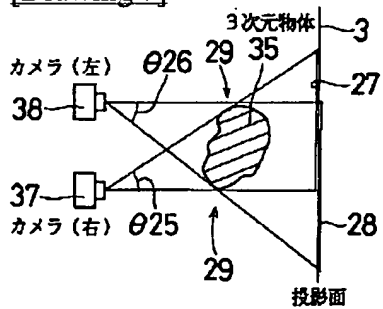
[Drawing 5]



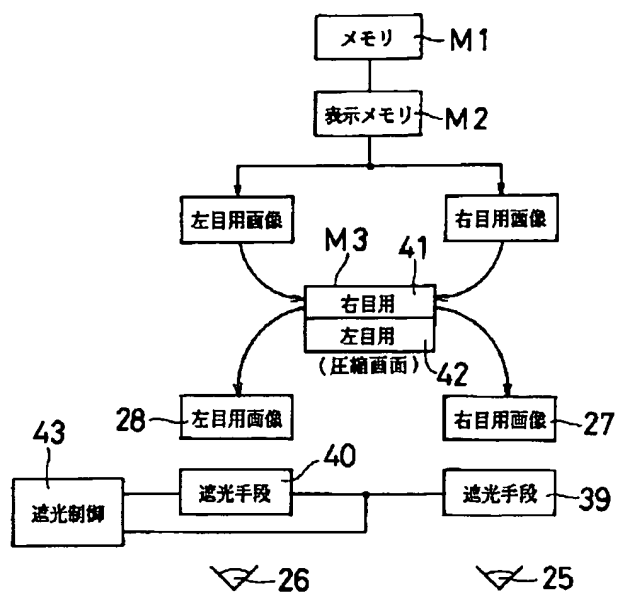
[Drawing 6]



[Drawing 7]



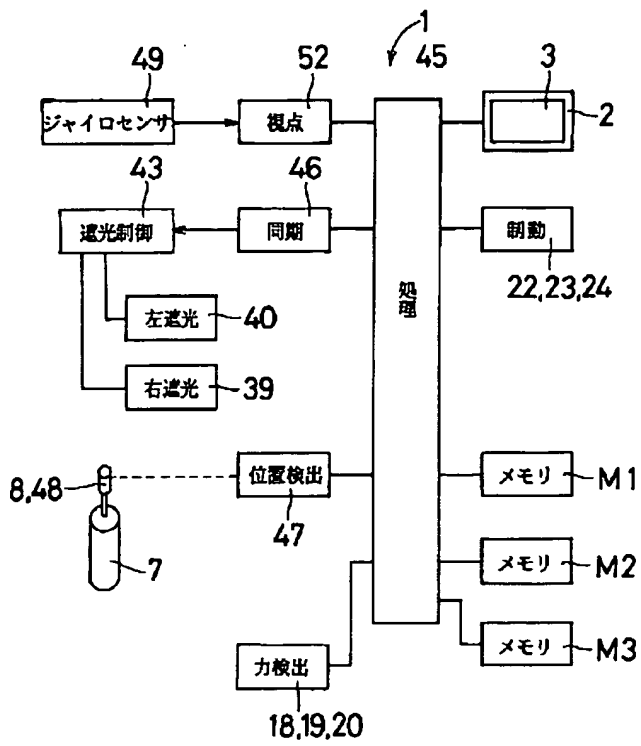
[Drawing 8]



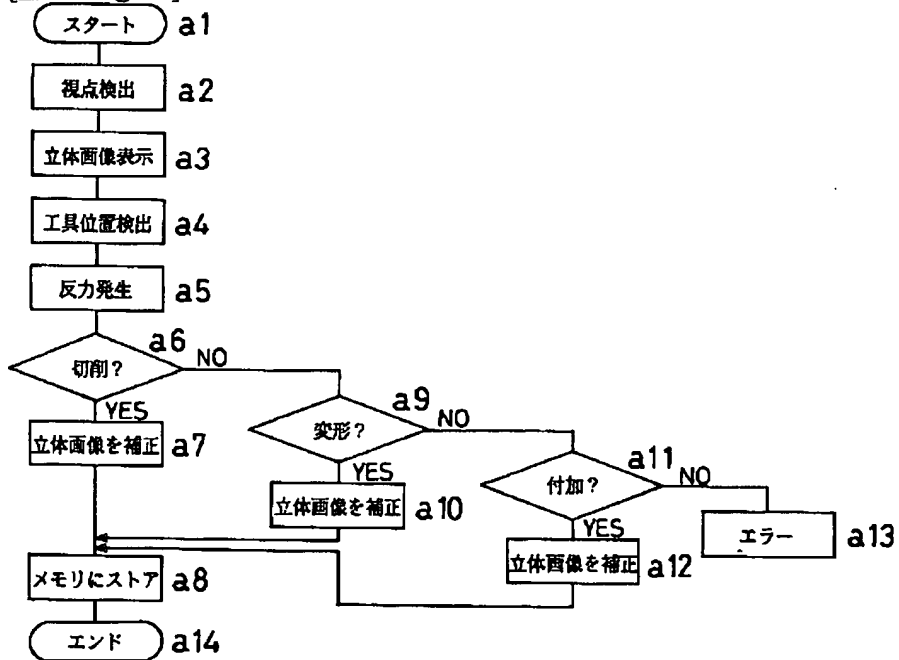
[Drawing 9]



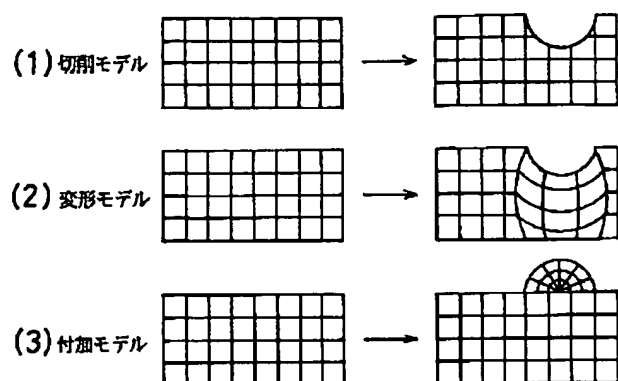
[Drawing 10]



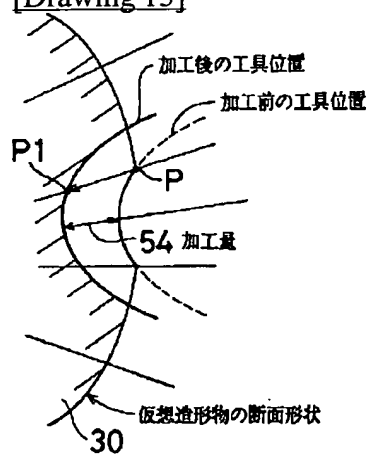
[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.